

# **Analisis Protokol Routing *Directed Diffusion* dan *Gossiping* pada *Wireless Sensor Network***

## **SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:

Irvan Wahyu Bagus Pratama

NIM: 115090613111003



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018

## PENGESAHAN

Analisis Protokol Routing *Directed Diffusion* dan *Gossiping* pada *Wireless Sensor Network*

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :  
Irvan Wahyu Bagus Pratama  
NIM: 115090613111003

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
03 Agustus 2018  
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Rakhmadhany Primananda, S.T, M.Kom  
NIK: 2016098604061001

Dany Primanita Kartikasari, S.T.,M.Kom  
NIP: 197711162005012

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D  
NIP: 197105182003121001

## PERNYATAAN ORISINALITAS

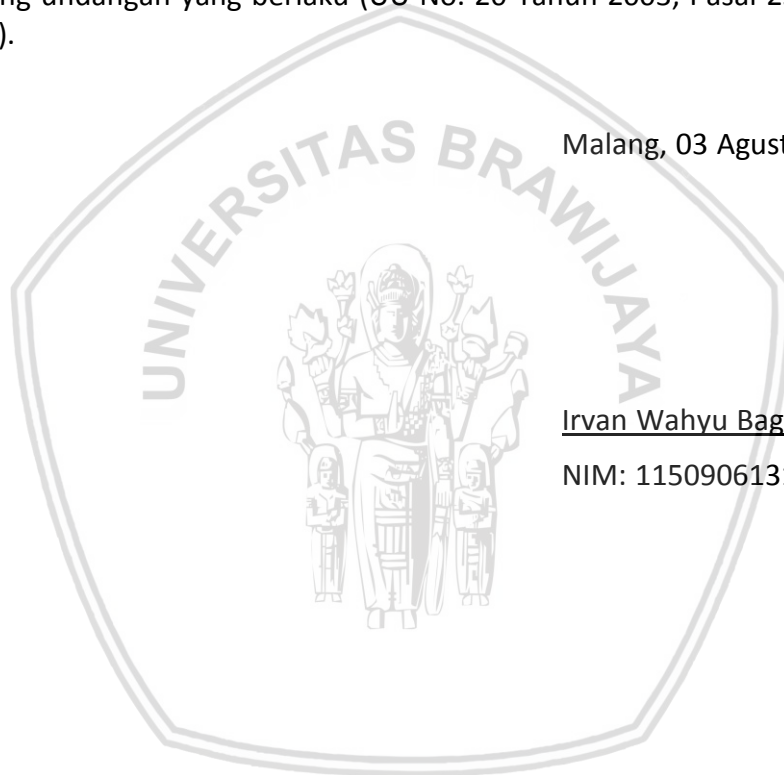
Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiaris, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 03 Agustus 2018

Irvan Wahyu Bagus Pratama

NIM: 115090613111003



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa ter curahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulisan skripsi dengan judul “Analisis Protokol Routing *Directed Diffusion* dan *Gossiping* pada *Wireless Sensor Network*” ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan oleh berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Yang terhormat bapak Wayan Firdaus Mahmudy, S.Si, M.T, Ph.D selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya
2. Yang terhormat bapak Agus Wahyu Widodo, S.T, M.Cs selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika yang telah menyetujui judul skripsi yang diajukan oleh penulis
3. Yang terhormat bapak Rakhmadhany Primananda, S.T, M.Kom selaku pembimbing skripsi 1 yang selalu dengan senang hati memberikan bimbingan dan nasehat kepada penulis dalam melakukan penelitian skripsi
4. Yang terhormat ibu Dany Primanita Kartikasari, S.T.,M.Kom selaku pembimbing skripsi 2 yang selalu dengan sabar memberikan bimbingan kepada penulis dalam penyusunan laporan skripsi sesuai dengan tata cara penulisan yang berlaku
5. Kepada orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan jasa, kesabaran, dan doa yang tidak pernah berhenti kepada penulis
6. Kepada Lalu Fani Islahul Ardy, Rezha Pahlevi dan Dony Saputra yang telah membantu penulis dalam penelitian dan penulisan skripsi
7. Kepada Reinka Waty yang selalu mendukung dan sabar menemani penulis selama melakukan penelitian dan penulisan skripsi
8. Kepada teman-teman ilmu komputer 2011 yang sudah banyak membantu dan mendukung secara fisik dan juga moral kepada penulis
9. Dan kepada semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini

Semoga Allah SWT memberikan balasan kepada pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis menerima kritik dan saran dengan senang hati guna memperbaiki penelitian dan penulisan ilmiah selanjutnya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan orang lain yang membaca skripsi ini

Malang, 03 Agustus 2018

Penulis

irvanwahyu003@gmail.com



## ABSTRAK

**Irvan Wahyu Bagus P, Analisis Protokol Routing Directed Diffusion dan Gossiping pada Wireless Sensor Network.**

**Dosen Pembimbing : Rakhmadhany Primananda, S.T, M.Kom dan Dany Primanita Kartikasari, S.T.,M.Kom.**

Kumpulan beberapa node yang memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data, memproses, penyimpanan data dan berkomunikasi antar node disebut dengan *Wireless Sensor Network* (WSN). Demi memenuhi kebutuhan WSN dalam berkomunikasi di segala kondisi diperlukan *routing* protokol yang beragam tergantung kondisi yang dibutuhkan. Beberapa contoh dari algoritma *routing* yang sudah ada adalah *Gossiping* dan *Directed Diffusion*. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kinerja protokol *routing Directed Diffusion* dengan protokol *routing Gossiping*. Kedua protokol *routing* akan diuji menggunakan *Network Simulator-2* (NS-2). Hasil penelitian ini akan menunjukkan nilai *End-to-end delay*, *Packet Delivery Ratio*, dan *Routing Overhead* dari protokol *routing Directed Diffusion* dan juga protokol *routing Gossiping*. Dari hasil pengujian, diperoleh hasil bahwa *directed diffusion* lebih bagus dalam beberapa parameter seperti tingkat PDR yang lebih tinggi pada kondisi *static* maupun *mobile* dan juga nilai *average end-to-end delay* pada kondisi *static*, sedangkan *gossiping* lebih unggul pada parameter *average end-to-end delay* pada kondisi *mobile* serta tingkat *routing overhead* pada kondisi *static* maupun *mobile*. Dapat disimpulkan bahwa setiap routing protokol baik itu *directed diffusion* maupun *gossiping* memiliki keunggulan dimasing-masing parameter tergantung dengan kondisi wilayah yang dibutuhkan di lapangan.

Kata kunci: *Sensor Network, Routing Protocol, Directed Diffusion, Gossiping, NS-2*

## ABSTRACT

**Irvan Wahyu Bagus P, Analysis of Routing Protocol Directed Diffusion and Gossiping on Wireless Sensor Network.**

**Advisor : Rakhmadhany Primananda, S.T, M.Kom dan Dany Primanita Kartikasari, S.T.,M.Kom.**

*A group of several node that have the ability to gather data, process, store data, and communicate between the node referred to by a Wireless Sensor Network (WSN). To meet the needs of the wsn in communicating at all conditions required the routing protocol must suspense the conditions needed. Some examples of the routing algorithm that already there are gossiping and directed diffusion. This research is done to compare the performance of routing protocol directed diffusion protocol with routing gossiping. Each routing protocol will be tested using network simulator-2. The results of this research will show the value of the end-to-end delay, packet delivery ratio and routing overhead of the routing protocol directed diffusion as well as routing protocol gossiping. From the test results, the results show that directed diffusion is better in a number of parameters such as a higher level of PDR in static and mobile conditions and also the average end-to-end delay value in static conditions, while gossiping is superior to the average end-to-parameter end delay on mobile conditions and routing overhead level on static and mobile conditions. It can be concluded that each routing protocol, both directed diffusion and gossiping, has the advantage of each parameter depending on the condition of the area needed in the field.*

**Keyword:** Sensor Network, Routing Protocol, Directed Diffusion, Gossiping, NS-2



## DAFTAR ISI

PENGESAHAN .....	2
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	3
KATA PENGANTAR.....	4
ABSTRAK.....	6
ABSTRACT .....	7
DAFTAR ISI .....	8
DAFTAR TABEL.....	10
DAFTAR GAMBAR.....	11
DAFTAR LAMPIRAN .....	12
BAB 1 PENDAHULUAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Manfaat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Batasan masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Sistematika pembahasan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Kajian Pustaka .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Wireless Sensor <i>Network</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 <i>Network</i> Simulator .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 <i>Network</i> Simulator 2 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Bahasa TCL/TCL .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Protokol <i>Routing Directed Diffusion</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Protokol <i>Routing Gossiping</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Parameter Kinerja .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.1 PDR ( <i>Packet Delivery Ratio</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.2 <i>End-to-end Delay</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6.3 <i>Routing Overhead</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB 3 METODOLOGI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Studi Literatur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Perancangan Simulasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



3.3 Pengujian .....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB 4 IMPLEMENTASI .....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Implementasi Simulator.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Generate Code .....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Generate Event .....	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Generate Topology.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Generate Movement.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Implementasi pada <i>Directed Diffusion</i> ....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Implementasi pada Gossiping .....	Error! Bookmark not defined.
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Pengujian <i>Packet Delivery Ratio</i> .....	Error! Bookmark not defined.
5.2 Pengujian <i>Average End-to-End Delay</i> .....	Error! Bookmark not defined.
5.3 Pengujian <i>Routing Overhead</i> .....	Error! Bookmark not defined.
BAB 6 PENUTUP .....	Error! Bookmark not defined.
6.1 Kesimpulan.....	Error! Bookmark not defined.
6.2 Saran .....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN A DATA HASIL PENGUJIAN.....	Error! Bookmark not defined.

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Kajian Pustaka.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.1 Parameter Simulasi.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.2 Skenario Pengujian .....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.1 <i>Packet Delivery Ratio Gossiping (Static)</i> ....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.2 <i>Packet Delivery Ratio Directed Diffusion (Static)</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.3 <i>Packet Delivery Ratio Gossiping (Mobile)</i> ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.4 <i>Packet Delivery Ratio Directed Diffusion (Mobile)</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.5 Rata-rata Waktu <i>End-to-end Delay (Static)</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.6 Rata-rata Waktu <i>End-to-end Delay (Mobile)</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.7 <i>Ratio Paket Overhead (Static)</i> .....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.8 <i>Ratio Paket Overhead (Mobile)</i> .....	Error! Bookmark not defined.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Wireless Sensor Network .....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Arsitektur Dasar dari NS .....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Alur <i>Directed Diffusion</i> .....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Schematic Dasar dari <i>Directed Diffusion</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.1 Grafik Perbandingan <i>Packet Delivery Ratio (Static)</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.2 Grafik Perbandingan <i>Packet Delivery Ratio (Mobile)</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.3 Grafik Perbandingan Rata-rata Waktu <i>End-to-end Delay (Static)</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Rata-rata Waktu <i>End-to-end Delay (Mobile)</i> .....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.5 Grafik Perbandingan <i>Routing Overhead (Static)</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.6 Grafik Perbandingan <i>Routing Overhead (Mobile)</i>	Error! Bookmark not defined.

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA HASIL PENGUJIAN .....Error! Bookmark not defined.

A.1 Pengujian *End-to-end Delay Gossiping*....Error! Bookmark not defined.

A.1.1 20 node *static* .....Error! Bookmark not defined.

A.1.2 40 node *static* .....Error! Bookmark not defined.

A.1.3 60 node *static* .....Error! Bookmark not defined.

A.1.4 20 node *mobile* .....Error! Bookmark not defined.

A.1.5 40 node *mobile* .....Error! Bookmark not defined.

A.1.6 60 node *mobile* .....Error! Bookmark not defined.

A.2 Pengujian *End-to-end Delay Directed Diffusion*Error! Bookmark not defined.

A.2.1 20 node *static* .....Error! Bookmark not defined.

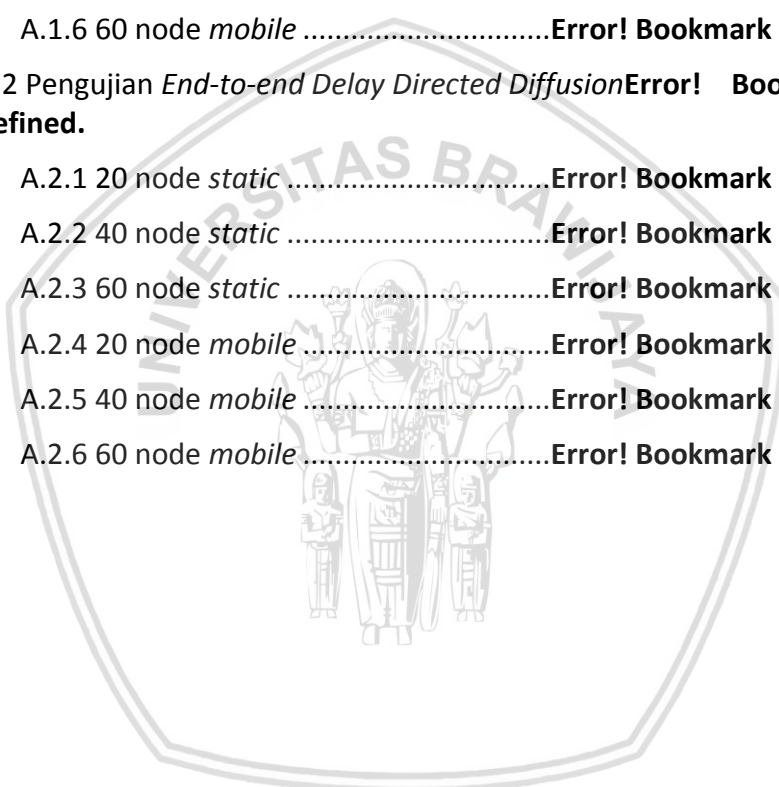
A.2.2 40 node *static* .....Error! Bookmark not defined.

A.2.3 60 node *static* .....Error! Bookmark not defined.

A.2.4 20 node *mobile* .....Error! Bookmark not defined.

A.2.5 40 node *mobile* .....Error! Bookmark not defined.

A.2.6 60 node *mobile* .....Error! Bookmark not defined.



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Algoritma ruting adalah salah satu pokok penelitian dari jaringan *interconnection* dan *wireless sensor network* (Jain & Khan, 2014). *Routing* adalah proses mentransfer paket data dari sumber menuju tujuan. Pada WSN, *routing* secara umum dilakukan dengan cara mengirimkan antar node-node sampai ke tujuan akhir.

*Wireless sensor network* (WSN) adalah kumpulan sensor dengan jumlah besar yang memonitor kondisi dari lingkungan sekitar, memprosesnya, dan mengirimkan nya ke masing-masing node (Ghaffari, Jafari, & Shahraki, 2013). Tiap node sensor memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan berkomunikasi dengan node sensor lainnya. Dengan adanya teknologi WSN, kita dapat memonitor dan mengontrol temperatur, kelembaban, kondisi cahaya, pergerakan suatu objek dan sebagainya.

Sensor adalah node kecil yang memiliki kemampuan memproses data dan berkomunikasi (Sharma, Bala, & Verma, 2009). Node sensor memperkirakan kondisi dari lingkungan sekitarnya, menggantinya menjadi sinyal elektronik dan mengirimkannya melalui radio transiver ke *sink node* serta mengirim kembali ke *base stasion* melalu *gateway*.

Pada kebanyakan pengaplikasian dari WSN menggunakan alamat umum pada setiap node pada jaringan. Hilangnya alamat ini serta kesalahan pada penempatan node pada jaringan akan menimbulkan masalah pada beberapa group sensor. Masalah ini akan berdampak pada meningkatnya data flow ke daerah yang bermasalah. Untuk mengatasi masalah ini maka diusulkanlah *routing* protokol *data-centric* untuk menggantikan *routing* protokol *address-based* (Ghaffari, Jafari, & Shahraki, 2013).

Banyak aplikasi yang dapat dilakukan menggunakan WSN, misalnya sistem *monitoring*, pengumpulan data dengan berbagi kondisi, dan lain-lain. Pengaplikasian pengumpulan data lingkungan adalah salah satu cara penelitian mengumpulkan data di berbagai tempat tanpa harus ke tempat lapangan dan kemudian akan dikumpulkan pada suatu node dengan pengiriman data secara nirkabel.

Untuk mewujudkan pengaplikasian yang memiliki tujuan yang berbeda perlu ada protokol komunikasi yang baik dan sangat efisien. Oleh karena itu, diperlukan algoritma *routing* yang sangat beragam tergantung kondisi dan persyaratan yang dibutuhkan. Beberapa contoh dari algoritma *routing data-centric* yang sudah ada adalah *SPIN*, *Flooding*, *Gossiping*, *Directed Diffusion* dan lain-lain.

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk membandingkan performa protokol *routing directed diffusion* pada arsitektur WSN. Penelitian yang dilakukan Sharma, Bala, & Verma (2009), dengan judul "*Comparison of Flooding*

and Directed Diffusion for Wireless Sensor Network” mencoba membandingkan routing protokol *flooding* dan juga *directed diffusion* dalam hal ketahanan masa hidup jaringan. Sensor diberi *inisialisasi* energi sebesar 7 Joule untuk melihat routing protokol mana yang lebih efisien. Hasilnya didapatkan bahwa routing protokol *directed diffusion* memiliki masa hidup jaringan yang lebih lama dari pada routing protokol *flooding*. Selain itu, penelitian oleh Jain & Khan (2014), dengan judul “*Simulation Analysis of Directed Diffusion and SPIN Routing Protocol in Wireless Sensor Network*” mencoba membandingkan routing protokol *directed diffusion* dengan routing protokol SPIN berdasarkan beberapa parameter seperti : PDR (*Packet Delivery Ratio*), *End-to-end Delay*, *Throughput*, dan *Control Overload* pada jaringan *static* dan juga *mobile*. Hasilnya ditemukan bahwa routing protokol *directed diffusion* lebih baik di semua parameter uji dibandingkan routing protokol SPIN.

Berdasarkan pemaparan tersebut penulis mengusulkan penelitian yang berjudul, “Analisis Protokol Routing Directed Diffusion dan Gossiping pada Wireless Sensor Network”. Ide utama dari skripsi ini adalah untuk memahami mekanisme kerja dan untuk mendemonstrasikan routing protokol mana yang berkerja lebih baik berdasarkan beberapa parameter.

Analisis performa diuji menggunakan NS-2 (*Network Simulator-2*) yang berfungsi sebagai simulator jaringan, NAM (*Network Animator*), TCL (*Tool Command Language*) dan dibandingkan berdasarkan parameter performa seperti *End-to-end delay*, *Packet Overhead*, dan PDR (*Packet Delivery Ratio*).

## 1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan lingkungan pengujian perbandingan routing *directed diffusion* dan *gossiping* pada *wireless sensor network*.
2. Bagaimana analisis hasil dari pengujian perbandingan kinerja protokol routing *directed diffusion* dan *gossiping* pada *wireless sensor network*.

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penelitian ini dilakukan untuk beberapa tujuan, antara lain:

1. Mengetahui hasil perancangan lingkungan pengujian perbandingan routing *directed diffusion* dan *gossiping* pada *wireless sensor network*.
2. Mengetahui analisis hasil dari pengujian perbandingan protokol routing *directed diffusion* dan *gossiping* pada *wireless sensor network*.



## 1.4 Manfaat

Dari penelitian ini diharapkan didapatkan hasil perbandingan antara protokol *routing directed diffusion* dan protokol *routing gossiping*, sehingga dapat ditentukan protokol mana yang memiliki kinerja optimal untuk kemudian dapat diimplementasikan dan dikembangkan lebih lanjut di dalam *wireless sensor network*.

## 1.5 Batasan masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dijelaskan, batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Perangkat yang berperan sebagai *source dan sink* mencakup perangkat laptop
2. Penelitian dan pengujian hanya mencakup pengujian kinerja *sensor* pada *wireless sensor network*.
3. Penelitian dan pengujian tidak mencakup reinforcement pada routing protokol.

## 1.6 Sistematika pembahasan

Sistematika pembahasan dari penyusunan penelitian ini direncanakan sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan

### BAB II DASAR TEORI

Bab ini membahas mengenai teori - teori yang berkaitan dengan penelitian sebagai penunjang penyelesaian penelitian ini. Dasar teori diambil dari beberapa sumber seperti buku, *E-Book*, jurnal, dan sumber terpercaya lainnya.

### BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas tentang metode penelitian yang akan ditempuh dan rancangan sistem yang akan dibuat dalam penelitian ini. Isi dari bab ini mengacu pada teori - teori yang didapat dan dibahas pada bab 2.

### BAB IV IMPLEMENTASI

Bab ini berisi penjelasan implementasi tentang perancangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya.



## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan terkait hasil dan pembahasan dari pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

## BAB VI PENUTUP

Pada bab ini memuat kesimpulan dari seluruh analisa yang didapat dalam penelitian ini. Selain itu bab ini memuat saran yang akan menjadi bahan pertimbangan untuk mengembangkan penelitian ini lebih lanjut.



## BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Penelitian yang akan dilakukan adalah membandingkan kinerja antara protokol *routing directed diffusion* dengan protokol *routing gossiping* pada teknologi *wireless sensor network* dengan menggunakan beberapa parameter untuk pengujian dan analisa dalam penelitian ini. Untuk mendukung hasil perbandingan yang tepat dibutuhkan landasan pustaka pada penelitian ini. Landasan pustaka tersebut dikhususkan pada teknologi WSN, protokol *Directed Diffusion* (DDIF) dan protokol *Gossiping*.

### 2.1 Kajian Pustaka

Kajian pustaka dalam penelitian ini membahas beberapa perbandingan penelitian tentang analisis perbandingan *routing* protokol *directed diffusion* dengan *routing* protokol yang sebelumnya sudah dilakukan, penulis menggunakan pembahasan penelitian sebelumnya sebagai rujukan untuk mendukung penulisan ini.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Comparison of *Flooding* and *Directed Diffusion* for *Wireless Sensor Network*” oleh Sharma, Bala, & Verma (2009). Penelitian ini membandingkan penggunaan energi pada protokol *routing flooding* dan protokol *routing directed diffusion*. Ruang lingkup yang digunakan adalah NS-2. Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan 30 node secara random pada grid. Setiap node diberi inisialisasi energi sebesar 7 Joules untuk melihat energi yang masih tersisa sebelum jaringan runtuh. Simulasi dilakukan terhadap kedua protokol *routing* menggunakan topologi, sink node dan source node yang sama. Kesimpulan dari penelitian ini adalah *routing* protokol *directed diffusion* memiliki energi sisa yang lebih banyak daripada *routing* protokol *flooding* dan *routing* protokol *directed diffusion* memiliki masa hidup yang lebih lama daripada *routing* protokol *flooding*.

Selain itu, ada pula penelitian sebelumnya yang berjudul “Simulation Analysis of *Directed Diffusion* and SPIN *Routing Protocol* in *Wireless Sensor Network*” oleh Jain. V & Khan. A (2014). Penelitian ini membandingkan performa antara *routing* protokol *directed diffusion* dan *routing* protokol SPIN. Ruang lingkup yang digunakan adalah NS-2 dan data diproses menggunakan MATLAB. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan performa berdasarkan beberapa parameter seperti PDR (*Packet Delivery Ratio*), *End-to-end Delay*, *Throughput*, dan *Control Overload*. Simulasi dilakukan dengan menerapkannya pada 2 lingkungan yaitu jaringan *static* dan jaringan *mobile*. Masing-masing lingkungan di uji dengan cara menempatkan 20, 40 dan 60 node. Kesimpulan dari penelitian ini adalah *routing* protokol *directed diffusion* lebih baik di semua parameter uji yang telah dilakukan dibandingkan *routing* protokol SPIN.

Tabel 0.1 Tabel Kajian Pustaka

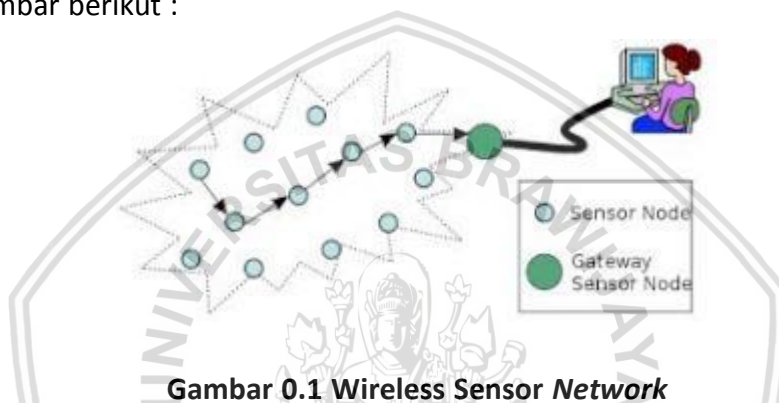
No.	Judul	Object	Parameter	Metode	Hasil	Perbedaan Penelitian
1.	Comparison of <i>Flooding</i> and <i>Directed Diffusion</i> for <i>Wireless Sensor Network</i> (Sharma.G et al., 2009)	1. <i>Routing</i> Protokol <i>Directed Diffusion</i> 2. <i>Routing</i> Protokol <i>Flooding</i>	1. Throughput 2. PDR 3. <i>Network</i> Lifetime	Simulasi dibagi menjadi 2 bagian yaitu simulasi terhadap <i>directed diffusion</i> dan juga simulasi terhadap <i>flooding</i> . Pertama jaringan dibuat dengan cara meletakkan 30 node secara acak. Kemudian setiap node diberi energi awal sebesar 7 joule. Simulasi terus dilakukan sampai jaringan runtuh. Data yang didapatkan dari simulasi diperiksa menggunakan tracegraph untuk membandingkan kinerja dari kedua protokol <i>routing</i> .	<i>Routing</i> protokol <i>directed diffusion</i> memiliki waktu <i>lifetime</i> yang lebih panjang daripada <i>routing</i> protokol <i>flooding</i> .	1. Menggunakan variasi jumlah node. 2. Tidak menggunakan energi awal untuk menilai <i>network</i> lifetime
2.	Simulation Analysis of <i>Directed</i>	1. <i>Routing</i> Protokol	1. PDR 2. <i>End-to-End</i>	Simulasi dilakukan terhadap 2 kondisi lingkungan yaitu <i>static</i>	Protokol <i>routing</i> <i>directed diffusion</i> lebih baik di	1. Tidak menggunakan

	<i>Diffusion</i> and SPIN <i>Routing</i> Protocol in <i>Wireless Sensor Network</i> (Jain. V & Khan. A, 2014)	<i>Directed Diffusion</i> 2. <i>Routing</i> Protokol SPIN	<i>Delay</i> 3. Througput 4. Control Overload	dan juga <i>mobile</i> . Selain itu dilakukan variasi jumlah node terhadap masing-masing lingkungan sebesar 20, 40 dan 60 node. Hasil yang diperoleh dihitung menggunakan MATLAB	setiap parameter uji yang ada	parameter <i>throughput</i>
--	---	---	--	--	-------------------------------	-----------------------------



## 2.2 Wireless Sensor Network

Jaringan Sensor Nirkabel atau dalam banyak literatur disebut *Wireless Sensor Network* (WSN) adalah sebuah jaringan yang menghubungkan perangkat-perangkat seperti sensor node, router dan sink node. Perangkat ini terhubung secara ad-hoc dan mendukung komunikasi multi-hop. Istilah ad-hoc merujuk pada kemampuan perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain secara langsung tanpa memerlukan infrastruktur jaringan seperti router atau akses point. Sedangkan multi-hop yaitu istilah yang merujuk pada komunikasi beberapa perangkat yang melibatkan perangkat antara (*intermediate*), multi-hop melibatkan perangkat antara seperti router untuk meneruskan sebuah paket dari satu node ke node lain dalam jaringan. Konsep sederhana terlihat pada gambar berikut :



**Gambar 0.1 Wireless Sensor Network**

Banyak aplikasi yang bisa dilakukan menggunakan jaringan sensor nirkabel, misalnya pengumpulan data kondisi lingkungan, security monitoring, dan node tracking scenarios. Sebuah aplikasi pengumpulan data lingkungan kanonik adalah salah satu penelitian dimana ilmuwan ingin mengumpulkan pembacaan beberapa sensor dari satu set poin dalam suatu lingkungan selama periode waktu tertentu untuk mendeteksi tren dan saling ketergantungan. Para ilmuwan ini ingin mengumpulkan data dari ratusan titik yang tersebar di seluruh daerah dan kemudian menganalisis data secara offline.

Peningkatan jumlah aplikasi *Wireless Sensor Network* membutuhkan *delay* jaringan yang rendah. Penelitian saat ini di bidang WSN terutama terkonsentrasi pada bagaimana mengoptimalkan efisiensi energi dengan kurang memperhatikan masalah *delay* jaringan. Beberapa rancangan WSN baru ditargetkan pada aplikasi yang memerlukan *delay* transfer data yang rendah dan keandalan yang tinggi. WSN termasuk jaringan transfer data *multihop* dengan *delay* rendah dan hemat energi. Usianya bisa mencapai beberapa tahun dengan baterai kecil. Node-node saling berkomunikasi menggunakan biaya dan daya yang rendah pada frekuensi radio. Jaringan ini telah diterapkan pada aplikasi sistem keamanan di rumah sakit.

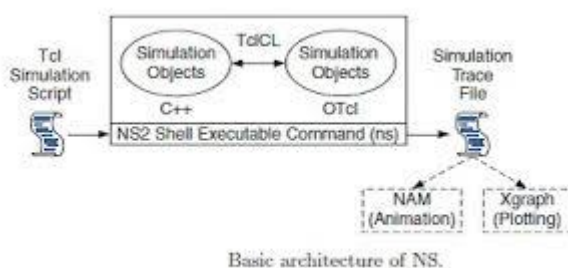
## 2.3 Network Simulator

*Network Simulator* (NS) pertama kali dibangun sebagai varian dan *REAL Network Simulator* pada tahun 1989 di *University of California Berkeley*. Pada tahun 1995 pembangunan *Network Simulator* didukung oleh DARPA (*Defense Advanced research Project Agency*) melalui proyek VINT (*Virtual internet Testbed*), yaitu sebuah tim riset gabungan yang beranggotakan tenaga ahli dari LBNL (*Lawrence Berkeley of National Laboratory*), Xerox PARC, UCB dan USC/ISI (*University of Southern California school of Engineering/ information Science Institute*). Tim gabungan ini membangun sebuah perangkat lunak simulasi jaringan *internet* untuk kepentingan riset interaksi-interaksi antar protokol dalam konteks pengembangan protokol *internet* pada saat ini dan masa yang akan datang.

### 2.3.1 Network Simulator 2

*Network simulator* (NS2) adalah alat simulasi jaringan yang bersifat *open source* yang banyak digunakan dalam mempelajari struktur dinamik dari jaringan komunikasi. Simulasi dari jaringan *nirkabel* dan protokol (seperti algoritma ruting, TCP, dan UDP) dapat diselesaikan dengan baik dengan simulator ini. Beberapa keuntungan menggunakan *network simulator* sebagai perangkat lunak simulasi adalah : *network simulator* dilengkapi dengan *tool validasi*, pembuatan simulasi dengan menggunakan *network simulator* jauh lebih mudah daripada menggunakan *software developer* seperti Delphi atau C++, *network simulator* bersifat *open source* di bawah GPL (*Gnu Public License*), Dapat digunakan pada sistem operasi *windows* dan sistem operasi *linux*.

NS-2 dibangun dari 2 bahasa pemrograman: library-library dengan Bahasa pemrograman C++ yang digunakan untuk event scheduler, protocol dan *network components*, dan Tcl/OTcl yang merupakan Bahasa pemrograman untuk menulis script simulasi. Hubungan antara input simulasi, proses eksekusi dan output simulasi dengan kedua Bahasa pemrograman tersebut di atas ditunjukkan sebagai batang tubuh NS-2, seperti gambar 2.2.



**Gambar 0.2 Arsitektur Dasar dari NS**

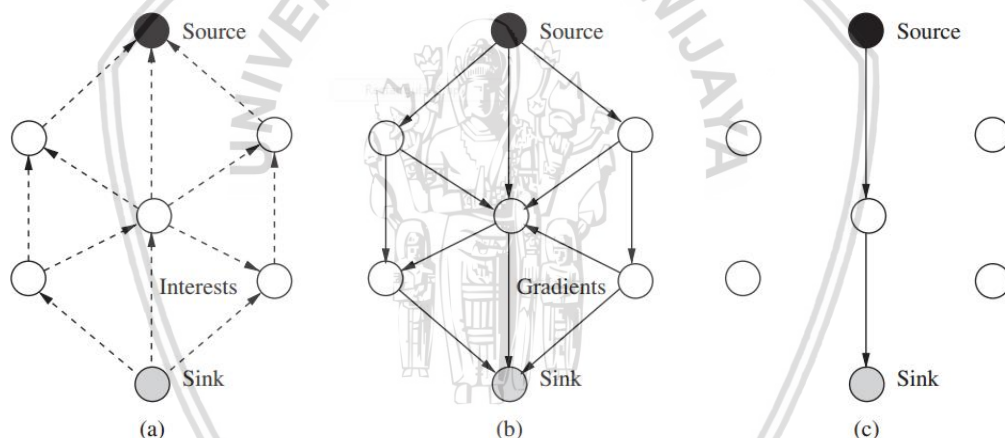


### 2.3.2 Bahasa TCL/TCL

TCL (Tool Command Language) adalah string-based command language. Bahasa Tcl diciptakan oleh John Ousterhout pada akhir tahun 1980-an sebagai command language dengan tool interaktif. Tcl didesain untuk menjadi sebagai perekat yang membangun software building block menjadi suatu aplikasi.

## 2.4 Protokol *Routing Directed Diffusion*

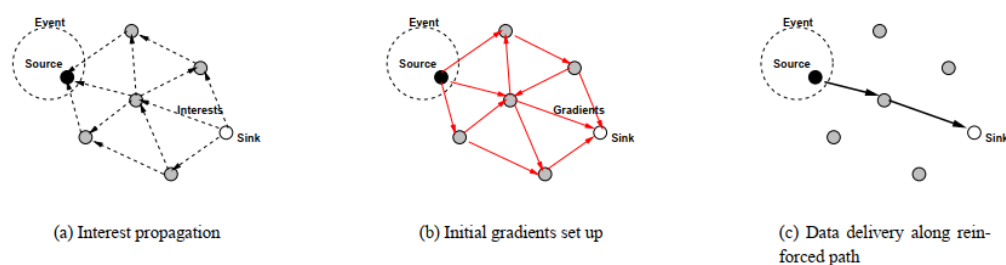
*Directed Diffusion* (Intanagonwiwat et al. 2000) adalah salah satu protokol routing data-centric. *Directed Diffusion* terdiri dari beberapa elemen : interest, data messages, gradient dan reinforcements. Pesan interest adalah sebuah permintaan yang menunjukkan keinginan dari user. Setiap interest berisikan penjelasan tentang tugas yang perlu dilakukan oleh node itu sendiri untuk mengumpulkan data. Data yang dikumpulkan atau diproses merupakan fenomena fisik. Data tersebut dapat ditentukan sebagai sebuah event yang digunakan sebagai penjelasan singkat terhadap fenomena yang perlu diperhatikan oleh sensor.



Gambar 0.3 Alur *Directed Diffusion*

Data yang dihasilkan oleh node sensor diberi atribut dan nama secara sepasang. Ide utama *directed diffusion* adalah node meminta data dengan mengirim interest. Penyebaran dari interest ini menciptakan gradient dalam jaringan yang digunakan untuk mengirimkan data sensor langsung ke penerima, dan node intermediate sepanjang jalur data dapat menggabungkan data dari berbagai sumber untuk menghilangkan redundansi dan mengurangi jumlah transmisi. Gradient adalah arah kondisi pada setiap node yang menerima interest. Gradient mengarah ke node tetangga yang sudah mengirimkan interest. Event mulai mengalir menuju node asal interest melalui alur gradient yang sudah terbentuk. Gambar 2.3 menjelaskan elemen-elemen ini.





**Gambar 0.4 Schematic Dasar dari *Directed Diffusion***

## 2.5 Protokol *Routing Gossiping*

*Gossiping* atau disebut juga probabilitas *flooding* merupakan algoritma *ruting* yang dikembangkan dari jenis *ruting flooding*. Pada pengembangannya, *gossiping ruting* meneruskan paket data menuju *sinknode* tidak menggunakan metode *broadcast* seperti yang dilakukan *flooding*. *Gossiping* melakukan pemilihan node secara *random* untuk dapat meneruskan paket menuju *sinknode*. Sehingga, tidak semua node pada suatu jaringan WSN dapat menerima paket dari node lainnya.

Pada *Gossip* ketika node menerima paket, node membuat peluang keputusan untuk membuang paket atau memforwardnya ke salah satu tetangganya. Selain itu node berkemungkinan mengirim kembali ke node awal. Node yang dipilih dilakukan secara acak. Sebagian node akan membuang paket dan sebagian lain akan memforward secara acak. Maka dari itu sifat dari *gossiping* tidak dapat ditentukan. Keputusan untuk memforward paket atau tidak diambil dari ketentuan awal pada *gossiping*. Jika peluang untuk *gossip* tinggi seluruh jaringan akan menerima paket walaupun hanya sebagian yang memforward.

Terdapat 2 jenis protokol *routing gossiping*, yaitu Uniform dan non-Uniform. Penjelasan barusan merupakan uniform *gossiping*. Sedangkan pada non-uniform *gossip*, node menambahkan perkiraan node dan topology jaringan dalam proses pemilihan acak. Dengan begini jumlah paket yang dikirim ulang akan turun drastis. Hal ini mengurangi penggunaan energi dan memperpanjang umur jaringan. Hal ini juga mengurangi overhead pada jaringan dan tabrakan antar paket, serta naiknya throughput juga.

Ketika node hidup, node akan membroadcast sebuah pesan "hello". Selama pesan ini di broadcast pada kondisi awal, node membangun table *routing*. Table ini digunakan untuk pemilihan acak dari tetangga yang akan diforward. Parameter lain yang penting supaya protokol ini bekerja adalah hop-count. Ketika paket melebihi hop count yang sudah ditentukan maka dapat dianggap bahwa paket telah sampai ketujuan maka dari itu setelah melebihi hop count, paket akan di drop.

## 2.6 Parameter Kinerja

Pada penelitian ini parameter yang digunakan untuk menilai kinerja dari *routing* protokol *directed diffusion* dan *routing* protokol *gossiping* adalah PDR (*Packet Delivery Ratio*) dan *End-to-end Delay*.

### 2.6.1 PDR (*Packet Delivery Ratio*)

PDR merupakan ratio keseluruhan paket data yang diterima secara sukses pada destination node dari source node. Parameter ini menunjukkan semakin tinggi nilai dari PDR maka semakin baik kinerja dari *routing* protokol. PDR menggunakan satuan “%” ditunjukkan dengan persamaan :

$$(\sum \text{Paket data yang diterima} / \sum \text{Paket data yang dikirim}) \times 100\% \quad (2.1)$$

### 2.6.2 *End-to-end Delay*

*End-to-end delay* adalah rata-rata dari waktu yang ditempuh oleh paket data untuk tiba di destination node. *End-to-end delay* menggambarkan *delay* yang disebabkan oleh transmisi ulang, proses pembentukan jalur, proses antrian, proses buffer dan lain-lain. Parameter ini menunjukkan semakin kecil nilai dari *end-to-end delay* yang dihasilkan maka semakin baik kinerja *routing* protokol. *End-to-end delay* menggunakan satuan “kbps” ditunjukkan dengan persamaan :

$$(\text{Waktu data diterima} - \text{Waktu data dikirim}) / \sum \text{koneksi} \quad (2.2)$$

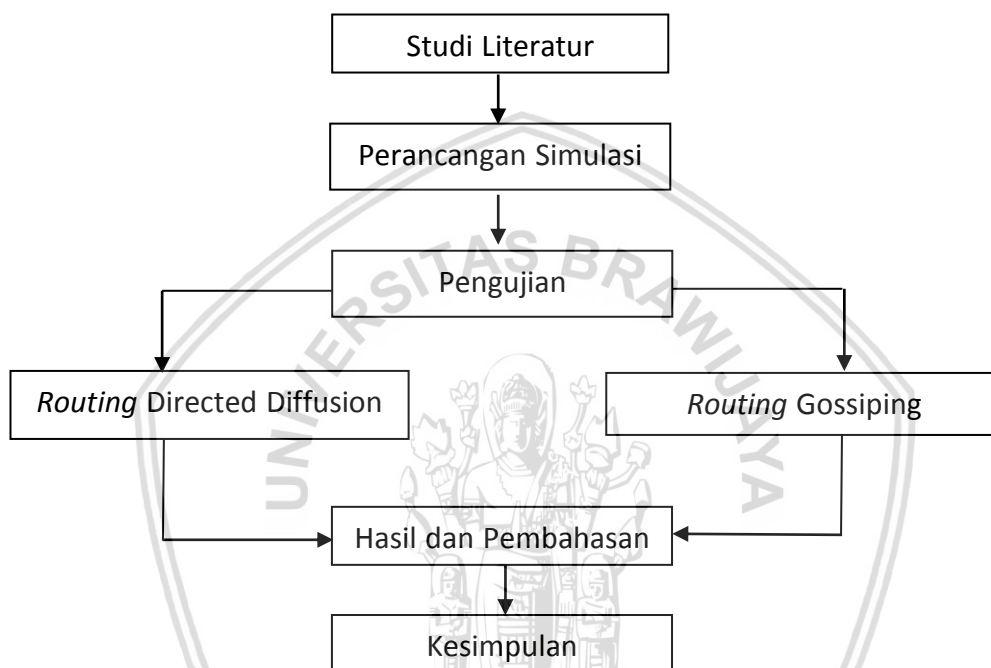
### 2.6.3 *Routing Overhead*

*Routing overhead* adalah jumlah paket RREQ yang ditransmisikan oleh perangkat sebagai bagian dari alur pembentukan jalur. Parameter ini menunjukkan semakin kecil nilai dari *routing overhead* yang dihasilkan maka semakin baik kinerja *routing* protokol. *Routing overhead* menggunakan satuan “packets” ditunjukkan dengan persamaan :

$$\sum \text{Paket Routing} / \sum \text{Paket data yang dibroadcast} \quad (2.3)$$

## BAB 3 METODOLOGI

Pada bab ini akan dijelaskan langkah-langkah perancangan, implementasi, pengujian, serta analisis yang akan diterapkan untuk penelitian. Selain itu akan dicantumkan pula kesimpulan dan saran yang berguna sebagai acuan untuk mengembangkan mekanisme penelitian lebih lanjut. Diagram alir dari keseluruhan proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 0.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.

### 3.1 Studi Literatur

Penelitian yang akan dilakukan bersifat analitik sehingga diperlukan studi literatur untuk mempelajari dan membangun simulasi perbandingan efisiensi antara kinerja protokol *routing directed diffusion* dan *gossiping*. Teori – teori pendukung yang akan digunakan antara lain:

1. *Sensor Network*
2. *Network Simulator*
3. *Protokol Routing Directed Diffusion*
4. *Protokol Routing Gossiping*

Referensi yang digunakan untuk perancangan simulasi perbandingan efisiensi antara kinerja protokol *directed diffusion* dan *gossiping* didapatkan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal ilmiah, serta beberapa situs resmi.

### 3.2 Perancangan Simulasi

Simulasi yang akan dirancang oleh penulis adalah simulasi mekanisme kerja protokol *routing directed diffusion* dan protokol *routing gossiping*. Sink node dan Destination node dibangun menggunakan *network simulator*. Berikut ini adalah tabel parameter jaringan yang digunakan oleh penulis pada penelitian ini:

Tabel 0.1 Parameter Simulasi

Nama Parameter	Nilai
<b>Simulator</b>	Network Simulator - 2
<b>Type Channel</b>	Channel/Wireless Channel
<b>Routing Protocol</b>	DDIF , Gossiping
<b>Network Interface Type</b>	Phy/WirelessPhy
<b>Mac Protocol</b>	Mac/802_11
<b>Jumlah Node</b>	20 , 40 ,60
<b>Ukuran Grid</b>	1005 x 1005
<b>Waktu Simulasi</b>	100
<b>Source Node</b>	1
<b>Destination Node</b>	19

### 3.3 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan kinerja antara protokol *routing directed diffusion* dengan protokol *routing gossiping*. Pengujian simulasi dilakukan di jaringan lokal. Parameter uji yang digunakan adalah parameter *PDR (Packet Delivery Ratio)*, *End-to-end Delay* dan *Routing Overhead*.

Terdapat dua jenis pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini antara lain adalah pengujian *routing* protokol *directed diffusion* dan pengujian *routing* protokol *gossiping*. Masing-masing pengujian akan dilakukan terhadap 20, 40 dan 60 node yang diletakan secara *grid* dan pengujian akan dilakukan terhadap *topology static* dan juga *mobile* untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat untuk pengambilan keputusan.

Skenario pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengiriman paket data sebanyak 99 paket pada masing skenario. Hasil yang diharapkan didapat dari pengujian ini adalah nilai *packet delivery ratio*, nilai dari *end-to-end delay* serta nilai *packet overhead* dari masing-masing protokol *routing*. tabel skenario pengujian yang dilakukan pada penelitian ini.

**Tabel 0.2 Skenario Pengujian**

Protokol <i>Routing</i>	Jumlah Node	Skenario Pengujian	Parameter Penilaian
<i>Directed Diffusion</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 20</li> <li>- 40</li> <li>- 60</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Static</i></li> <li>- <i>Mobile</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Delay</i></li> <li>- PDR</li> <li>- <i>Routing Overhead</i></li> </ul>
<i>Gossiping</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 20</li> <li>- 40</li> <li>- 60</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Static</i></li> <li>- <i>Mobile</i></li> </ul>	

### 3.4 Kesimpulan

Pada tahap kesimpulan akan dicantumkan hasil analisis dari pengujian terhadap sistem yang telah dibuat serta hasil perbandingan kinerja antara protokol *routing directed diffusion* dengan protokol *routing gossiping*. Data yang didapat dari pengujian untuk masing-masing protokol di analisa sehingga akan diperoleh kesimpulan protokol mana yang mempunyai kinerja lebih efisien.

## BAB 4 IMPLEMENTASI

Pada bab ini berisi penjelasan tentang proses implementasi dari rancangan penelitian. Implementasi yang dilakukan adalah implementasi protokol Directed Diffusion dan Gossiping.

### 4.1 Implementasi Simulator

Simulator yang digunakan adalah *network simulator 2.35*. Fungsi dari simulator ini adalah untuk membantu *developer* merencanakan jaringan melalui simulator. Pada penelitian ini ns2 digunakan untuk menciptakan *environment* dalam implementasi protokol *routing*. Langkah pertama implementasi simulator adalah mempersiapkan *file* ns2 sebelum di *install* di dalam ubuntu. Pada penelitian ini digunakan ubuntu 16.04. NS juga bersifat open source dibawah Gnu Public License (GPL), sehingga NS dapat di *download* dan digunakan secara gratis melalui *website* NS yaitu <http://www.isi.edu/nsnam/>.

Setelah *file* disiapkan, selanjutnya adalah mempersiapkan *library* pendukung ns2. Instalasi *library* pada ubuntu dilakukan dengan mengetikkan perintah berikut pada terminal Ubuntu:

```
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get dist-upgrade
$ sudo apt-get update
$ sudo apt-get gcc
$ sudo apt-get install build-essential autoconf automake
$ sudo apt-get install tcl8.5-dev tk8.5-dev
$ sudo apt-get install perl xgraph libxt-dev libx11-dev libxmu-dev
```

Setelah semua file pendukung sudah disiapkan dan diinstall dengan baik di dalam ubuntu, maka setelah itu mulai melakukan instalasi ns2 menggunakan file yang sudah disiapkan sebelum nya. Instalasi ns2 pada ubuntu dilakukan dengan mengetikkan perintah berikut pada terminal ubuntu:

```
$ tar -zxvf ns-allinone-2.35.tar.gz
$ cd ns-allinone-2.35
$ ./install
```

Setelah simulator berhasil di *install*, langkah selanjutnya adalah menyiapkan *variable environment* dengan cara mengatur *bash path*. Instalasi dilakukan dengan mengetikkan perintah berikut pada terminal ubuntu:

```
$ sudo gedit ~/.bashrc
```

Setelah *bash path* terbuka maka tambahkan baris berikut pada akhir *file*.

```
##### NS2 #####
# LD_LIBRARY_PATH
OTCL_LIB="/home/navri/ns-allinone-2.35/otcl-1.14"
NS2_LIB="/home/navri/ns-allinone-2.35/lib"
USR_LOCAL_LIB="/usr/local/lib"
export
LD_LIBRARY_PATH="$OTCL_LIB:$NS2_LIB:$USR_LOCAL_LIB:$LD_LIBRARY_PATH"

# TCL_LIBRARY
TCL_LIB="/home/navri/ns-allinone-2.35/tcl8.5.10/library"
USR_LIB="/usr/lib"
export TCL_LIBRARY="$TCL_LIB:$USR_LIB:$TCL_LIBRARY"

# PATH
XGRAPH="/home/navri/ns-allinone-2.35/bin:/home/navri/ns-allinone-
2.35/tcl8.5.10/unix:/home/navri/ns-allinone-2.35/tk8.5.10/unix"
NS="/home/navri/ns-allinone-2.35/ns-2.35"
NAM="/home/navri/ns-allinone-2.35/nam-1.15"
export PATH="$XGRAPH:$NS:$NAM:$PATH"
```

Setelah seluruh persiapan sudah selesai dilakukan, maka ns2 sudah siap dijalankan melalui terminal dengan cara menuliskan perintah berikut.

```
$ ns
```

Jika terminal membalas dengan "%" maka ns2 siap dijalankan.

## 4.2 Generate Code

Setelah simulator selesai di install, langkah berikutnya adalah menyiapkan pseudo code yang dibutuhkan seperti event, topology dan pergerakan dari node-node. Pseudo code berikut menjelaskan base code yang digunakan untuk menciptakan perintah yang dibutuhkan.



```

set opt(nn)      0          ;# Number of Nodes
set opt(x)      0.0        ;# Dimension of X
set opt(y)      0.0        ;# Dimension of Y

proc usage {} {
    global argv0
    puts "\nusage: $argv0 \[-type cbr|tcp\] \[-nn nodes\] \[-seed seed\] \[-nsrc connections\]\n"
}

proc getopt {argc argv} {
    global opt
    lappend optlist nn seed nsrc

    for {set i 0} {$i < $argc} {incr i} {
        set arg [lindex $argv $i]
        if {[string range $arg 0 0] != "-"} continue

        set name [string range $arg 1 end]
        set opt($name) [lindex $argv [expr $i+1]]
    }
}

```

Pseudo code berikut merupakan perintah yang berfungsi untuk mencetak *string* pada sebuah *file* berdasarkan *variable-variabel* yang sudah ditentukan sebelumnya.

#### 4.2.1 Generate Event

Setelah base untuk menuliskan *string* pada *file* telah selesai, selanjutnya menambahkan *main code* berdasarkan kondisi yang dibutuhkan. Event yang dimaksud pada bagian ini adalah untuk memerintahkan *node* mengirimkan paket setiap detik nya selama masa simulasi berlangsung. Pseudo code berikut menjelaskan *node* "\$snk\_(0)" berperan sebagai *receiver* dan menerima pesan setiap detiknya selama 99 detik.

```

getopt $argc $argv

for {set i 0} {$i < 100 } { incr i } {
    puts "\$ns_ at [expr $i+1] \"\$snk_(0) subscribe\""
}

```

Pseudo code berikut menjelaskan *node* "\$src\_(0)" berperan sebagai *transmitter* dan menerima pesan setiap detiknya selama 99 detik.

```
getopt $argc $argv
```

```
for {set i 0} {$i < 100 } { incr i } {
    puts "\$ns_ at [expr $i+1] \"\$src_(0) publish\""
}
```

*Psuedo code* berikut akan menghasilkan perintah-perintah pada sebuah file yang nantinya akan ditambahkan pada routing protokol sebagai modifikasi perintah mengirimkan paket setiap detiknya.

```
getopt $argc $argv
puts "\$ns_ at 1 \"\$a(1) send_message 200 0 {message 0}
\$MESSAGE_PORT\""
puts "\$ns_ at 2 \"\$a(1) send_message 200 1 {message 1}
\$MESSAGE_PORT\""
puts "\$ns_ at 3 \"\$a(1) send_message 200 2 {message 2}
\$MESSAGE_PORT\""
for {set i 4} {$i < 100 } { incr i } {
    if {$i%4 == 0} {
        puts "\$ns_ at $i \"\$a(15) off\""
    } elseif {$i%4 == 1} {
        puts "\$ns_ at $i \"\$a(1) send_message 200 $i
{message $i} \$MESSAGE_PORT\""
    } elseif {$i%4 == 3} {
        puts "\$ns_ at $i \"\$a(1) send_message 200 $i
{message $i} \$MESSAGE_PORT\""
    } else {
        puts "\$ns_ at $i \"\$a(15) on\""
    }
}
```

#### 4.2.2 Generate Topology

Topologi adalah suatu bentuk struktur jaringan yang dibangun sesuai kebutuhan dan digunakan untuk menghubungkan antar node menggunakan perantara kabel maupun media nirkabel. Pada pseudocode berikut menjelaskan penyusunan node secara grid pada area yang sudah ditentukan sebelumnya.

```
getopt $argc $argv

puts      "#Topology      for      $opt(nn)      nodes      with      dimension
$opt(x)X$opt(y)\n"

for {set i 0} {$i < $opt(nn) } { incr i } {
    set xx [expr ($i%5)*200+200]
    set yy [expr ($i/5)*200+200]
    puts "\$n($i) set X_ $xx"
        puts "\$n($i) set Y_ $yy"
    puts "\$n($i) set Z_ 0.000000000000\n"
}
```

Node akan di atur sedemikian rupa sehingga membentuk posisi grid. Baris 5 dan 6 merupakan code yang nantinya digunakan untuk mengatur posisi x dan y dari node.

#### 4.2.3 Generate Movement

Selain mempersiapkan topology, perlu disiapkan juga untuk pengaturan perpindahan antar node. Pseudocode berikut menunjukan perpindahan node pada posisi x, y, dan z tertentu.

```
getopt $argc $argv

for {set i 0} {$i < 100 } { incr i } {
    puts "\$ns at 2.0 \"\$n($i) setdest 200 800 100\""
}
```

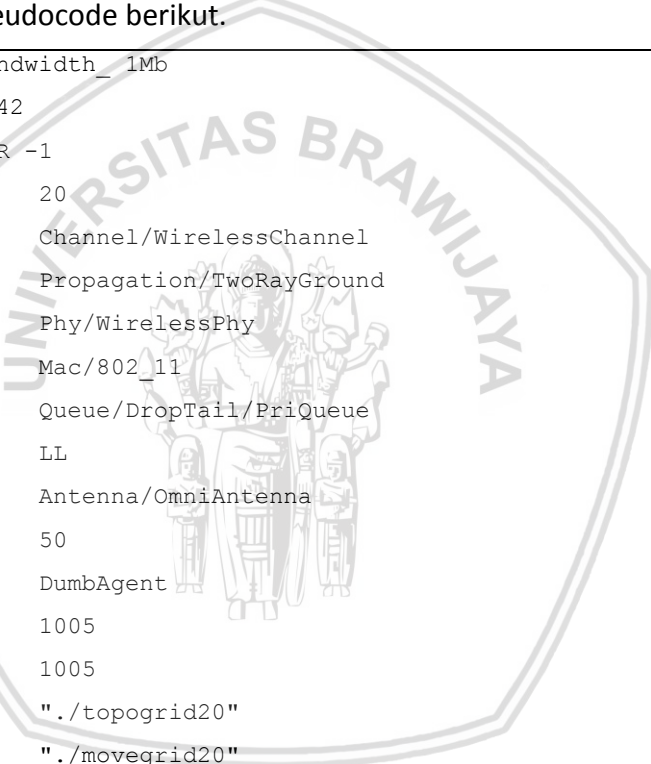
### 4.3 Implementasi pada *Directed Diffusion*

*Source code* pada berikut digunakan sebagai variabel konfigurasi yang digunakan pada program. Baris 21 merupakan *file* hasil yang sudah di *generate* dari tabel 4.10. Variabel pada `set opt(topo)` akan berubah sesuai dengan jumlah node yang akan di simulasikan dengan variasi: `"./topogrid20"`, `"./topogrid40"`, dan `"./topogrid60"`. Baris 22 merupakan file hasil yang sudah di *generate topology*. Variabel pada `set opt(move)` akan berubah sesuai dengan jumlah node yang akan di simulasikan dengan variasi: `"./movegrid20"`, `"./movegrid40"`, dan `"./movegrid60"`. Baris 23 dan 24 merupakan hasil dari *generate event*. Penggunaan variabel-variabel berikut dijelaskan pada pseudocode berikut.

```
# Define options
# =====
set opt(chan)      Channel/WirelessChannel
set opt(prop)      Propagation/TwoRayGround
set opt(netif)     Phy/WirelessPhy
set opt(mac)       Mac/802_11
set opt(ifq)       Queue/DropTail/PriQueue
set opt(ll)        LL
set opt(ant)       Antenna/OmniAntenna
set opt(filters)   GradientFilter
set opt(x)         1005
set opt(y)         1005
set opt(ifqlen)    50
set opt(nn)        60
set opt(seed)      0.0
set opt(stop)      100
set opt(prestop)   95
set opt(tr)        "diffusion-$opt(nn)-move.tr"
set opt(nam)       "diffusion.nam"
set opt(adhocRouting) Directed_Diffusion
set opt(topo)      "./topogrid60"
set opt(move)      "./movegrid60"
set opt(eventpub)  "./eventdis"
set opt(eventsub)  "./eventsub"
```

#### 4.4 Implementasi pada Gossiping

Setelah pengujian terhadap routing protokol *directed diffusion* diselesaikan, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap routing protokol *gossiping*. *Source code* pada tabel 4.14 digunakan sebagai variabel konfigurasi yang digunakan pada program. Baris 16 merupakan *file* hasil yang sudah di *generate* dari tabel 4.10. Variabel pada `set opt(topo)` akan berubah sesuai dengan jumlah node yang akan di simulasikan dengan variasi: `"./topogrid20"`, `"./topogrid40"`, dan `"./topogrid60"`. Baris 17 merupakan *file* hasil yang sudah di *generate topology*. Variabel pada `set opt(move)` akan berubah sesuai dengan jumlah node yang akan di simulasikan dengan variasi: `"./movegrid20"`, `"./movegrid40"`, dan `"./movegrid60"`. Baris 18 merupakan hasil dari *generate event*. Penggunaan variabel-variabel berikut dijelaskan pada pseudocode berikut.



```
Mac/Simple set bandwidth_ 1Mb
set MESSAGE_PORT 42
set BROADCAST_ADDR -1
set num_nodes      20
set val(chan)      Channel/WirelessChannel
set val(prop)      Propagation/TwoRayGround
set val(netif)      Phy/WirelessPhy
set val(mac)        Mac/802_11
set val(ifq)        Queue/DropTail/PriQueue
set val(ll)         LL
set val(ant)        Antenna/OmniAntenna
set val(ifqlen)     50
set val(rp)         DumbAgent
set val(x)          1005
set val(y)          1005
set val(topo)       "./topogrid20"
set val(move)       "./movegrid20"
set val(event)      "./event"
set val(movement)   static
```

## BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang hasil dari skenario pengujian yang telah dilakukan untuk membandingkan kinerja protokol *routing Directed Diffusion* dan protokol *routing Gossiping*. Pengujian dilakukan beberapa kali sesuai dengan skenario yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya agar diperoleh data untuk analisa. Tahap setelah melakukan analisa adalah pengambilan kesimpulan dari hasil analisa yang didapat.

### 5.1 Pengujian *Packet Delivery Ratio*

Pengujian *packet delivery ratio* bertujuan untuk memperoleh tingkat keberhasilan *routing* protokol dalam melakukan pengiriman paket data. Pengujian dilakukan pada perbedaan jumlah node di dalam jaringan. Pengujian ini juga diterapkan ke kedua *routing* protokol serta di uji dalam kondisi *static* maupun *mobile*.

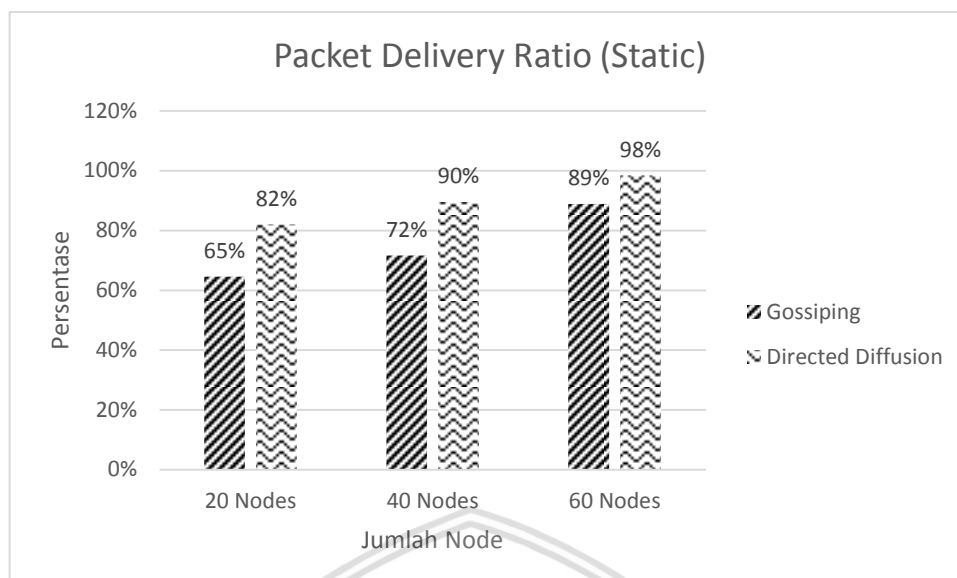
Hasil pengujian ini didapatkan dengan cara menghitung jumlah paket data yang dikirim oleh *transmitter* kemudian dibagi dengan jumlah paket data yang diterima oleh *receiver*. Semakin tinggi tingkat keberhasilan pengiriman paket maka semakin baik pula kinerja dari *routing* protokol tersebut.

**Tabel 0.1 *Packet Delivery Ratio Gossiping (Static)***

Jumlah Node	Paket Dikirim	Paket Diterima	Hasil
20 node	3953	2550	65%
40 node	7921	5676	72%
60 node	11829	10516	89%

**Tabel 0.2 *Packet Delivery Ratio Directed Diffusion (Static)***

Jumlah Node	Paket Dikirim	Paket Diterima	Hasil
20 node	12752	10453	82%
40 node	47103	42179	90%
60 node	100058	98483	98%



**Gambar 0.1 Grafik Perbandingan *Packet Delivery Ratio (Static)***

Pada gambar 5.1 dapat dilihat bahwa nilai *packet delivery ratio* protokol *routing Directed Diffusion* lebih baik dari pada protokol *routing Gossiping* baik pada topologi *static*. Semakin tinggi tingkat kepadatan dari jaringan juga berpengaruh dengan nilai PDR.

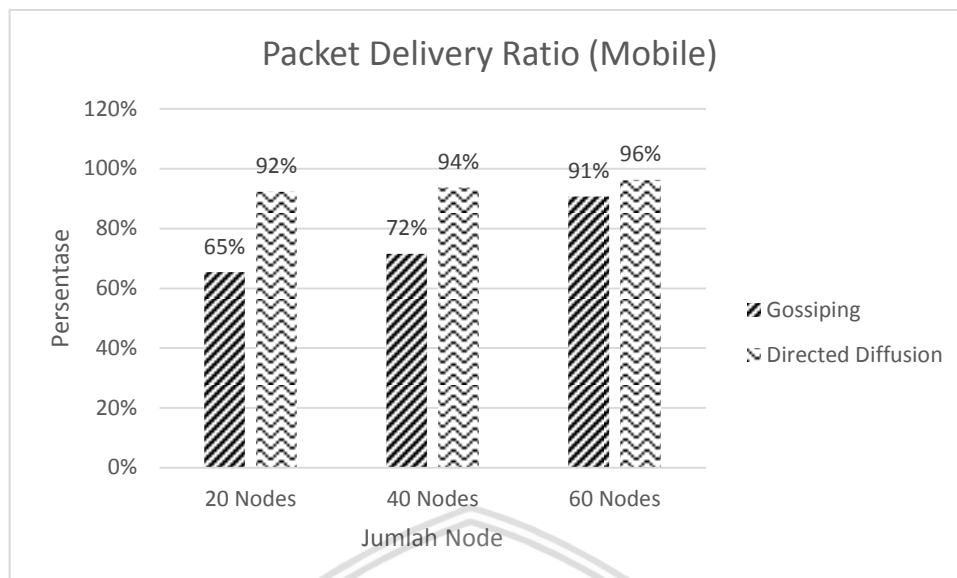
**Tabel 0.3 *Packet Delivery Ratio Gossiping (Mobile)***

Jumlah Node	Paket Dikirim	Paket Diterima	Hasil
20 node	3947	2580	65%
40 node	7921	5666	72%
60 node	11873	10772	91%

**Tabel 0.4 *Packet Delivery Ratio Directed Diffusion (Mobile)***

Jumlah Node	Paket Dikirim	Paket Diterima	Hasil
20 node	22089	20390	92%
40 node	70994	66532	94%
60 node	115096	110831	96%





**Gambar 0.2 Grafik Perbandingan *Packet Delivery Ratio (Mobile)***

Sama hal nya dengan gambar 5.1 pada gambar 5.2 dapat dilihat bahwa nilai *packet delivery ratio* protokol routing *Directed Diffusion* lebih baik dari pada protokol routing *Gossiping* baik pada topologi *mobile*. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat PDR dari protokol routing *Directed Diffusion* lebih baik dari pada protokol routing *Gossiping* baik pada topologi *static* ataupun topologi *mobile*.

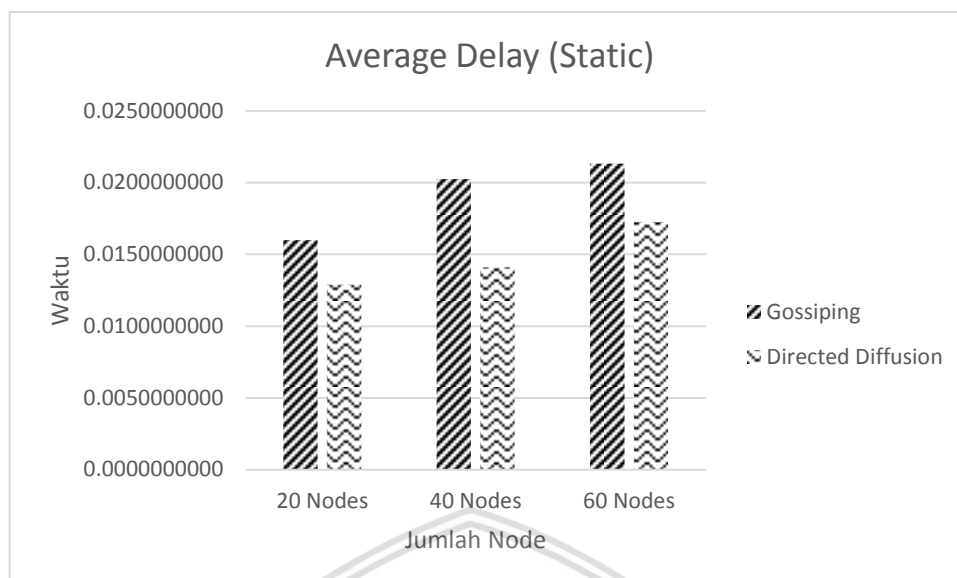
## 5.2 Pengujian Average *End-to-End Delay*

Pengujian selanjutnya adalah pengujian *average end-to-end delay* yang bertujuan untuk melihat waktu yang dibutuhkan sebuah paket melakukan perjalanan dari *transmitter* menuju ke *receiver*. Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan 99 paket dengan jeda 1 detik per paket. Pengujian ini juga diterapkan ke kedua routing protokol serta di uji dalam kondisi *static* maupun *mobile* serta pada kepadatan jaringan yang berbeda.

Hasil pengujian ini didapatkan dengan cara menghitung rata-rata selisih waktu yang tercatat pada *transmitter* dan *receiver*. Semakin kecil rata-rata waktu yang tercatat maka semakin baik pula kinerja dari routing protokol tersebut.

**Tabel 0.5 Rata-rata Waktu *End-to-end Delay (Static)***

	<i>Gossiping</i>	<i>Directed Diffusion</i>
20 Node	0.0159994006 s	0.012895311 s
40 Node	0.0202455978 s	0.014092789 s
60 Node	0.0213229817 s	0.017272300 s



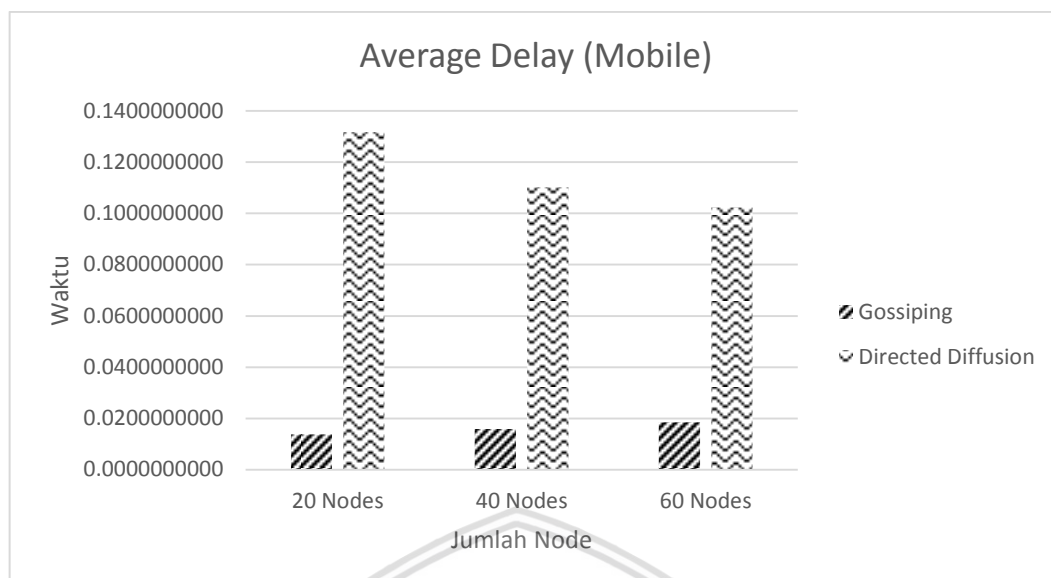
**Gambar 0.3 Grafik Perbandingan Rata-rata Waktu *End-to-end Delay (Static)***

Pada gambar 5.3 dapat dilihat bahwa waktu yang dihasilkan protokol *routing Directed Diffusion* lebih baik dari pada protokol *routing Gossiping* baik pada topologi *static*. Semakin tinggi tingkat kepadatan dari jaringan juga berpengaruh dengan waktu *delay*.

**Tabel 0.6 Rata-rata Waktu *End-to-end Delay (Mobile)***

	<i>Gossiping</i>	<i>Directed Diffusion</i>
20 Node	0.0136801710	0.131663339
40 Node	0.0158041005	0.110107694
60 Node	0.0184560449	0.102263935

Sedangkan pada gambar 5.4 dapat dilihat bahwa waktu yang dihasilkan protokol *routing Gossiping* lebih baik dari pada protokol *routing Directed Diffusion* pada topologi *mobile*. Semakin tinggi tingkat kepadatan dari jaringan juga berpengaruh dengan waktu *delay*.



**Gambar 0.4** Grafik Perbandingan Rata-rata Waktu *End-to-end Delay (Mobile)*

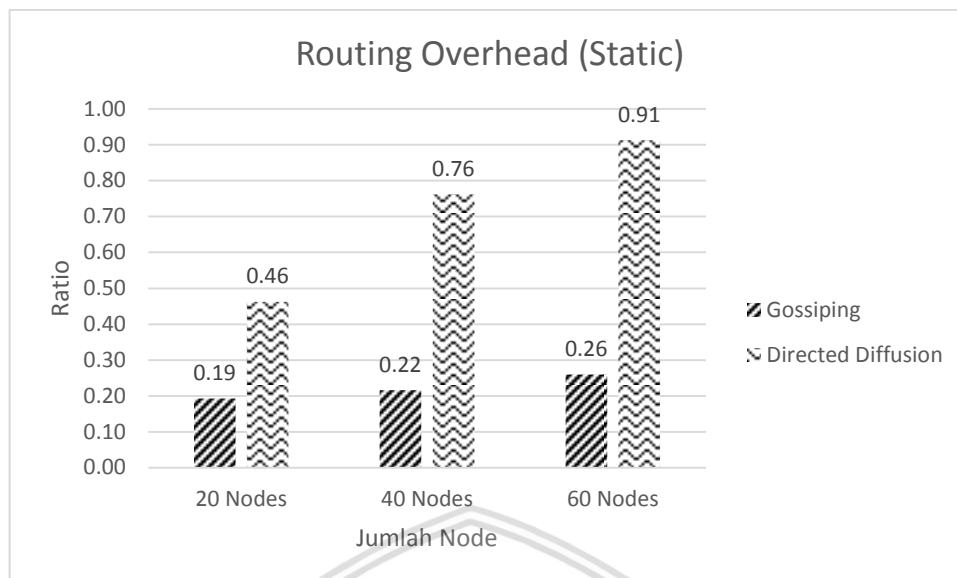
### 5.3 Pengujian *Routing Overhead*

Pengujian selanjutnya adalah pengujian *routing overhead* yang bertujuan untuk melihat ratio jumlah paket yang digunakan untuk memperbaharui informasi tentang jalur pada jaringan tersebut. Pengujian ini juga diterapkan ke kedua *routing* protokol serta di uji dalam kondisi *static* maupun *mobile* serta pada kepadatan jaringan yang berbeda.

Hasil pengujian ini didapatkan dengan cara membagi jumlah paket route dengan jumlah paket yang di *broadcast*. Semakin kecil tingkat *routing overhead* maka semakin baik pula kinerja dari *routing* protokol tersebut.

**Tabel 0.7** *Ratio Paket Overhead (Static)*

	<i>Gossiping</i>	<i>Directed Diffusion</i>
20 Node	0.19	0.46
40 Node	0.22	0.76
60 Node	0.26	0.91

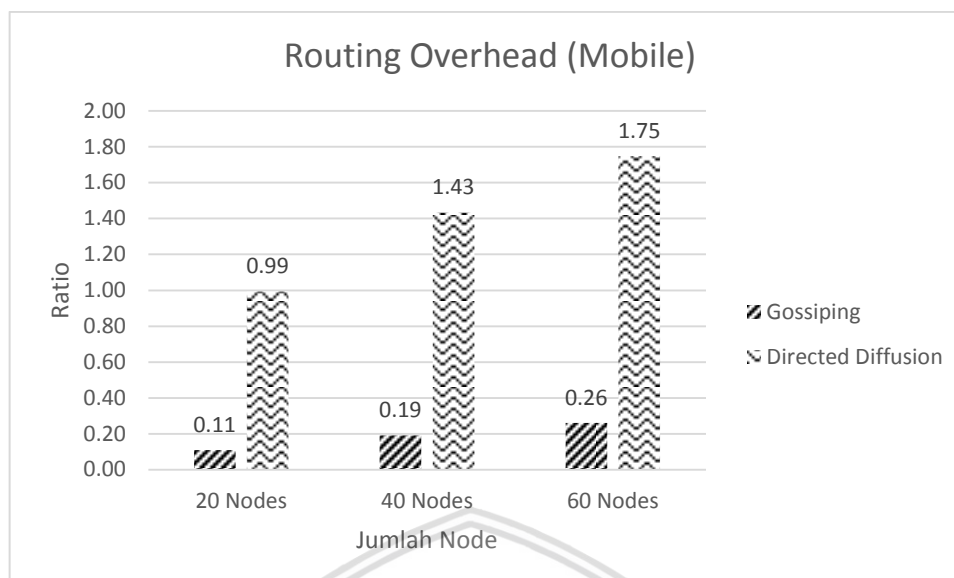


**Gambar 0.5 Grafik Perbandingan *Routing Overhead (Static)***

Pada gambar 5.5 dan gambar 5.6 dapat dilihat bahwa ratio yang dihasilkan protokol *routing Gossiping* lebih baik dari pada protokol *routing Directed Diffusion* baik pada topologi *static* maupun topologi *mobile*. Semakin tinggi tingkat kepadatan dari jaringan juga berpengaruh dengan jumlah paket yang dibutuhkan.

**Tabel 0.8 Ratio Paket *Overhead (Mobile)***

	<i>Gossiping</i>	<i>Directed Diffusion</i>
20 Node	0.11	0.99
40 Node	0.19	1.43
60 Node	0.26	1.75



**Gambar 0.6 Grafik Perbandingan Routing Overhead (Mobile)**

Protokol routing *directed diffusion* pada kondisi *static* diperoleh tingkat PDR sebesar 92% pada topologi 20 node, 90% pada topologi 40 node, dan 98% pada topologi 60 node, selain itu diperoleh waktu *average end-to-end delay* selama 0,012895311 s pada topologi 20 node, 0,014092789 s pada topologi 40 node, dan 0,0172723 s pada topologi 60 node, juga diperoleh hasil *routing overhead* sebesar 0,46 paket pada topologi 20 node, 0,76 paket pada topologi 40 node, dan 0,91 paket pada topologi 60 node.

Protokol routing *directed diffusion* pada kondisi *mobile* diperoleh tingkat PDR sebesar 92% pada topologi 20 node, 94% pada topologi 40 node, dan 96% pada topologi 60 node, selain itu diperoleh waktu *average end-to-end delay* selama 0,131663339 s pada topologi 20 node, 0,110107694 s pada topologi 40 node, dan 0,102263935 s pada topologi 60 node, juga diperoleh hasil *routing overhead* sebesar 0,99 paket pada topologi 20 node, 1,43 paket pada topologi 40 node, dan 1,75 paket pada topologi 60 node.

Protokol routing *gossiping* pada kondisi *static* diperoleh tingkat PDR sebesar 65% pada topologi 20 node, 72% pada topologi 40 node, dan 89% pada topologi 60 node, selain itu diperoleh waktu *average end-to-end delay* selama 0,059994006 s pada topologi 20 node, 0,0202455978 s pada topologi 40 node, dan 0,0213229817 s pada topologi 60 node, juga diperoleh hasil *routing overhead* sebesar 0,19 paket pada topologi 20 node, 0,22 paket pada topologi 40 node, dan 0,26 paket pada topologi 60 node.

Protokol routing *gossiping* pada kondisi *mobile* diperoleh tingkat PDR sebesar 65% pada topologi 20 node, 72% pada topologi 40 node, dan 91% pada topologi 60 node, selain itu diperoleh waktu *average end-to-end delay* selama 0,013680171 s pada topologi 20 node, 0,0158041005 s pada topologi 40 node, dan 0,0184560449 s pada topologi 60 node, juga diperoleh hasil *routing overhead* sebesar 0,11 paket pada topologi 20 node, 0,19 paket pada topologi 40 node, dan 0,26 paket pada topologi 60 node.

## BAB 6 PENUTUP

### 6.1 Kesimpulan

Ditinjau dari hasil implementasi, keseluruhan pengujian analisis perbandingan kinerja routing *directed diffusion* dan *gossiping*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembangunan lingkungan pengujian untuk membandingkan kinerja protokol routing *directed diffusion* dan *gossiping* dilakukan dengan menggunakan simulator *Network Simulator-2*. Dengan sarana *tool* TCL serta NAM yang digunakan sebagai pendukung dalam operasional NS-2. Parameter yang digunakan dalam perbandingan routing protokol *directed diffusion* dan *gossiping* pada *wireless sensor network* adalah PDR, Average end-to-end delay, dan Routing overhead.
2. Skenario pengujian yang digunakan dalam membandingkan kinerja protokol routing *directed diffusion* dan *gossiping* adalah dengan menerapkan 2 lingkungan kerja yang berbeda yaitu *static* dan *mobile*, dengan variasi jumlah node sebesar 20, 40, dan 60 node.
3. Dari hasil pengujian, diperoleh hasil bahwa *directed diffusion* lebih bagus dalam beberapa parameter seperti tingkat PDR yang lebih tinggi pada kondisi *static* maupun *mobile* dan juga nilai *average end-to-end delay* pada kondisi *static*, sedangkan *gossiping* lebih unggul pada parameter *average end-to-end delay* pada kondisi *mobile* serta tingkat *routing overhead* pada kondisi *static* maupun *mobile*. Dapat disimpulkan bahwa setiap routing protokol baik itu *directed diffusion* maupun *gossiping* memiliki keunggulan dimasing-masing parameter tergantung dengan kondisi wilayah yang dibutuhkan di lapangan.

### 6.2 Saran

Saran yang diperoleh dari hasil penelitian penelitian dengan judul “Analisis Protokol *Routing Directed Diffusion* dan *Gossiping* pada *Wireless Sensor Network*” adalah sebagai berikut.

4. Dapat dilakukan pengembangan untuk bahan penelitian selanjutnya.
5. Dapat dilakukan implementasi dengan menggunakan variasi simulator.
6. Dapat dilakukan implementasi dengan menggunakan variasi jumlah node.



## DAFTAR PUSTAKA

- Dargie, W & Poellabauer, C (2010). Fundamentals of Wireless Sensor Networks
- Dewangan, D & Singh, S (2015). "Analysis of *Flooding* and *Directed Diffusion* Protocol". National Conference on Knowledge, Innovation in Technology and Engineering.
- Ghaffari, Z., Jafari, T., & Shahraki, H.E. (2013). "Comparison and Analysis Data-Centric *Routing* protocols in *wireless sensor networks*". 2013 International Conference on Communication Systems and *Network* Technologies
- Hac.A (2003). Wireless Sensor Network Design
- Intanagonwiwat, C. et al (2000). "*Directed diffusion*: A scalable and robust communication paradigm for sensor *networks*". In *Proceedings of the Sixth Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (Mobicom'2000)*, Boston, Massachusetts.
- Jain, V & Khan, N.A (2014). "Simulation Analysis of *Directed Diffusion* and SPIN Protocol in *Wireless Sensor Network*".
- Khan, O. et al (2015). "*Routing* Overhead Optimization in Smart Grid *Networks*".
- Kundu, K. et al (2014). "Trust Aware *Directed Diffusion* Scheme for *Wireless Sensor Networks*". 2014 Fourth International Conference of Emerging Applications of Information Technology.
- Lai, W.K. et al (2011). "Load-Balance *Directed Diffusion* in *Wireless Sensor Networks*". 2011 Fifth International Conference on Generic and Evolutionary Computing.
- Sharma, G., Bala, S., & Verma, A.K. (2009). "Comparison of *Flooding* and *Directed Diffusion* for *Wireless Sensor Network*".